

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-255774

(43)Date of publication of application : 01.10.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/304
H01L 21/304
B08B 3/02
B08B 3/12
B24B 37/00
H01L 21/306

(21)Application number : 07-057545

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 16.03.1995

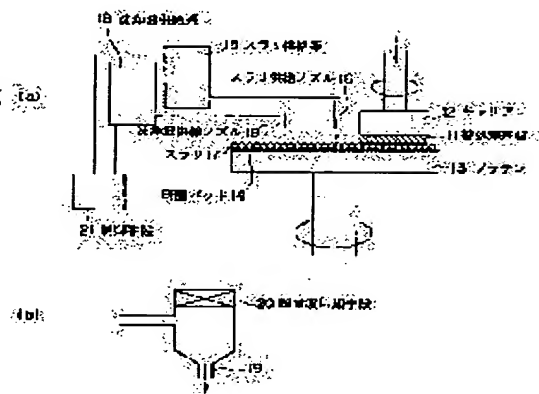
(72)Inventor : SATO JUNICHI

(54) CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING METHOD AND CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a chemical-mechanical polishing method and chemical-mechanical polishing apparatus adaptive to flattening the stepped parts of interlayer insulation films produced during the production process of semiconductor devices, excellent in uniformity.

CONSTITUTION: During a chemical-mechanical polishing step, a washing liq. is supplied from a nozzle 19 to wash the surface of a substrate 11. An ultrasonic wave apply means 20 may be attached to this nozzle. Thus, an old slurry on the surface of the substrate 11 is removed, including material removed by the polishing, and a new slurry can be supplied to enable the flattening independently of the step pattern of the substrate 11, without decreasing the polishing speed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3438388

[Date of registration] 13.06.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 5 5 7 7 4

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/304	3 2 1	H 0 1 L	21/304 3 2 1 M
				3 2 1 E
		3 4 1		3 4 1 N
B 0 8 B	3/02	2119- 3 B	B 0 8 B	3/02 D
	3/12	2119- 3 B		3/12 Z
審査請求	未請求	請求項の数 6	OL	(全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-57545

(22) 出願日 平成7年(1995)3月16日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐藤 淳一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

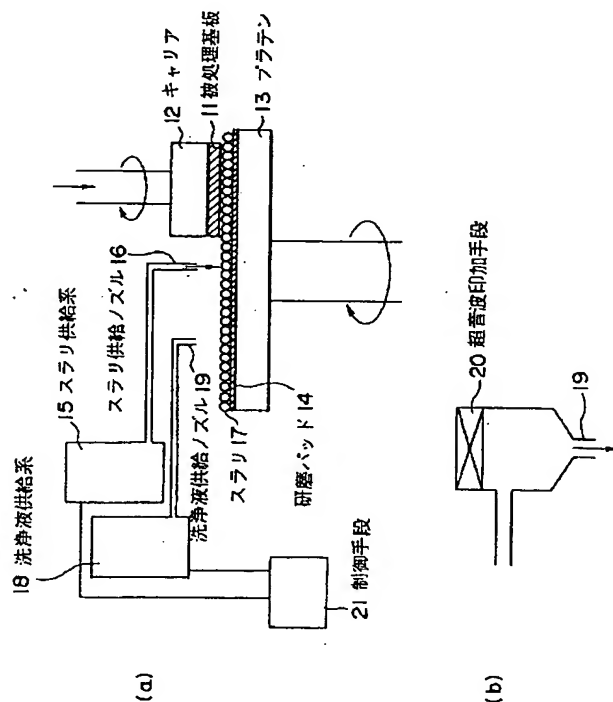
(54) 【発明の名称】 化学的機械研磨方法および化学的機械研磨装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体装置の製造プロセス中に発生する層間絶縁膜等の段差の平坦化に適用する、均一性にすぐれた化学的機械研磨方法および化学的機械研磨装置を提供する。

【構成】 化学的機械研磨工程中に、洗浄液供給ノズル 19 より洗浄液を供給し、被処理基板 11 表面を洗浄する。洗浄液供給ノズル 19 には、超音波印加手段 20 を設けてもよい。

【効果】 被処理基板 11 表面に滞留する、研磨された材料を含む古いスラリを除去し、新しいスラリを供給できるので、被処理基板 11 の段差パターン依存性のない平坦化が可能であり、研磨速度の低下もない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学的機械研磨により、段差を有する被処理基板表面を平坦化する工程を有する化学的機械研磨方法において、
前記化学的機械研磨工程中に、該被処理基板表面の洗浄工程を、少なくとも一回施すことを特徴とする、化学的機械研磨方法。

【請求項2】 洗浄工程は、被処理基板表面および研磨パッドのうちの少なくとも一方に向けて、洗浄液を供給する工程であることを特徴とする、請求項1記載の化学的機械研磨方法。

【請求項3】 洗浄工程は、被処理基板表面および研磨パッドのうちの少なくとも一方に向けて、洗浄液を供給するとともに、超音波を印加する工程であることを特徴とする、請求項1記載の化学的機械研磨方法。

【請求項4】 化学的機械研磨により、段差を有する被処理基板表面を平坦化するための化学的機械研磨装置において、
該被処理基板表面の洗浄手段を有することを特徴とする、化学的機械研磨装置。

【請求項5】 洗浄手段は、被処理基板表面および研磨パッドのうち内の少なくとも一方に向けた洗浄液供給ノズルを具備するのであることを特徴とする、請求項4記載の化学的機械研磨装置。

【請求項6】 洗浄手段は、被処理基板表面および研磨パッドのうちの少なくとも一方に向けた洗浄液供給ノズルと、前記洗浄液供給ノズルに配設された超音波印加手段を具備するものであることを特徴とする、請求項4記載の化学的機械研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は化学的機械研磨方法および化学的機械研磨装置に関し、更に詳しくは、例えば半導体装置等の製造工程中で発生する被処理基板上の層間絶縁膜や電極配線の段差を精度よく平坦に一括加工する、所謂グローバル平坦化に適した化学的機械研磨方法および化学的機械研磨装置に関する。

【0002】

【従来の技術】LSI等の半導体装置の集積度が進み、そのデザインルールがサブハーフミクロンからクォータミクロンのレベルへと微細化されるに伴い、内部配線のパターン幅も縮小されつつある。一方配線抵抗を低いレベルに保ち、信号伝播の遅延や各種マイグレーションを防止するには配線の断面積を確保する必要がある。すなわち配線の高さはあまり縮小できないことから、配線のアスペクト比は増加の傾向にある。

【0003】かかる微細配線を下層とした多層配線構造を形成する場合には、下層配線により形成された段差や凹部を埋めるように平坦化層間絶縁膜を形成してフラットな表面を確保し、この上に上層配線を形成するプロセ

スを繰り返すことが必要になる。これは、上層配線のステップカバレッジの向上もさることながら、レジストパターンニングのためのリソグラフィにおける、露光光の短波長化やレンズの高NA化にともなうDOF (Depth of Focus) の低下を補償する観点からも重要である。一例として、波長248nmのKrFエキシマレーザステップ露光により0.3μmルールのラインアンドスペースを制御性よくパターンニングするには、露光面の表面段差は0.3~0.4μm以下が要求されている。

【0004】従来より各種の平坦化層間絶縁膜の形成方法が開発されており、例えば月間セミコンダクターワールド誌（プレスジャーナル社刊）1989年11月号74~95ページにわたりこれら形成方法の総説が掲載されている。これらの形成方法は、成膜条件の最適化によりセルフフロー特性を向上するか、あるいは成膜後の熱処理によりリフロー形状を向上するものかのいずれかである。いずれの方法も、配線間隔の広い段差凹部での層間絶縁膜の平坦形状や、配線間隔の狭い部分での層間絶縁膜のボイド（鬆）の防止に関して改善の余地が残されている。

【0005】そこで、段差が発生した層間絶縁膜等を後処理により平坦化する方法として、近年シリコンウェハのミラーポリッシュ法を応用した化学的機械研磨（CMP）によるグローバル平坦化法が提案されている。この化学的機械研方法は、一旦形成された被処理基板上の各種段差を一括して確実に平坦化できる方法として有望視されている。

【0006】図5は従来の化学的機械研磨装置を示す概略断面図である。同図において、回転するキャリア12に研磨面を下向きにして貼着した被処理基板11は、これも回転する研磨プレートであるプラテン13と対向するようにセッティングする。スラリー供給系15からノズル16を経由し、プラテン上の研磨パッド14と称する研磨布にスラリー17を供給し、被処理基板11を所定圧力で研磨パッド14に圧着して研磨をおこなう。このときキャリア12およびプラテン13の回転数と回転軸の調整を最適化するとともに、被処理基板に適したスラリーの選択が1つのポイントとなる。一例として、酸化シリコン系の層間絶縁膜を研磨する場合には、シリカ微粒子を懸濁したKOH水溶液等の塩基性スラリーを用い、化学反応と機械的研磨とを併用した、いわゆるCMP（Chemical-Mechanical Polishing）を施すのである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら化学的機械研磨方法による平坦化法には、実用化に向けて解決すべき問題が残されている。その一つとして、研磨速度のパターン依存性が挙げられる。すなわち、小面積の段差凸部の研磨速度と、広い面積におよぶ段差凸部の研磨速

度とに差が生じることがある。層間絶縁膜の平坦化の場合には、広い面積の段差凸部の研磨速度が小さくなり、この部分での平坦化の制御性が悪化する。この問題の原因は、広い面積の段差凸部領域には、段差凸部周縁部より新しいスラリが十分に供給されないためと考えられている。

【0008】さらに、段差凹部のアスペクト比の影響もみられる。すなわち、高アスペクト比の段差凹部に隣接する段差凸部の研磨速度が、研磨の進行にともない低下する現象である。化学的機械研磨においては、新しいスラリの供給過程と、研磨された材料を含む古いスラリの除去過程の競合により、研磨が進行する。段差凹部のアスペクト比が大きい領域においては、その段差凹部に研磨された材料を含む古いスラリが滞留し、したがって新しいスラリの供給が制限され、隣接する段差凸部の研磨速度が低下するものと考えられる。

【0009】このような研磨速度の段差パターン依存性の問題を解決するため、段差凸部の層間絶縁膜の厚さ方向の一部を、予めレジストパターンをマスクにして等方性エッチングにより除去しておき、この後化学的機械研磨を施す方法が米国特許第4,954,459号明細書に開示されている。この方法を図4を参照して説明する。

【0010】図示しない半導体基板上の第1の層間絶縁膜1上に線幅の異なる複数の配線層2をパターンニングし、さらに第2の層間絶縁膜3を厚く形成する。第2の層間絶縁膜3は面積の広い段差凸部と面積の狭い段差凸部とが混在しており、この状態のまま研磨すると、特に面積の広い段差凸部の研磨速度が小さくなり、満足なグローバル平坦化が達成できない。そこで図4(a)に示すように段差凹部にレジストパターン4を形成し、これをマスク図4(b)に示すように段差凸部の層間絶縁膜の厚さ方向の1部を除去する。レジストパターン4を除去すると、図4(c)に示すように第2の層間絶縁膜3は微少突起を残すのみとなる。この微少突起はその体積はほぼ均一であるので、この図4(c)に示す状態から研磨を行えば研磨時間の短縮が可能となるとともに、図4(d)に示すように極めて表面形状にすぐれた平坦化が達成できるのである。

【0011】この方法によれば下地の配線パターン依存性のない平坦化が可能となるが、レジストパターンの形成、エッチングおよびレジストパターンの除去のプロセスの追加が必要であり、平坦化プロセス全体のスループットが低下する問題があらたに発生する。

【0012】本発明は上述した化学的機械研磨における問題点を解決することをその課題とし、段差を有する被処理基板を化学的機械研磨により平坦化するにあたり、被処理基板上の段差凸部や段差凹部等のパターン形状依存性のない、均一な平坦化が可能な化学的機械研磨方法および化学的機械研磨装置を提供することをその目的と

する。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の化学的機械研磨方法は上記の課題を達成するために提案するものであり、化学的機械研磨により段差を有する被処理基板表面を平坦化する工程を有する化学的機械研磨方法において、この化学的機械研磨工程中に、被処理基板表面の洗浄工程を、少なくとも一回施すことを特徴とするものである。洗浄工程は、1回のみでもよいが、複数回挿入することが望ましい。

【0014】この洗浄工程は、被処理基板表面および研磨パッドの内の少なくとも一方に向けて洗浄液を供給する工程であることを特徴とする。洗浄液を供給する際には、スラリの供給を停止してもよいし、継続して供給してもよい。また洗浄液を供給するとともに、超音波を印加してもよい。超音波の印加は、洗浄液の液流を直接励振するメガソニック洗浄が効果的である。

【0015】また本発明の化学的機械研磨装置は、段差を有する被処理基板表面を平坦化するための化学的機械研磨装置において、この被処理基板表面の洗浄手段を有することを特徴とするものである。

【0016】この洗浄手段は、被処理基板表面および研磨パッドの内の少なくとも一方に向けた洗浄液供給ノズルを具備することを特徴とするものである。この洗浄液供給ノズルには、超音波印加手段を具備していてもよい。超音波印加手段は、圧電素子、電歪素子あるいは電磁変換素子等その種類は選ばない。印加周波数は、例えば数十kHzから数MHzである。

【0017】

【作用】本発明の化学的機械研磨方法の骨子は、化学的機械研磨工程中に、被処理基板表面の洗浄工程を少なくとも一回挿入することであり、この洗浄工程により、被処理基板表面から研磨された材料を含む古いスラリを除去する点にある。この洗浄工程後、再び化学的機械研磨工程を施すことにより、被処理基板表面には新しいスラリが供給され、均一でしかも研磨速度の低下のない化学的機械研磨が可能となる。

【0018】洗浄工程は、被処理基板あるいは研磨パッドのいずれかに洗浄液を供給することにより達成される。このうち、被処理基板に洗浄液を供給する場合には、研磨された材料を含む古いスラリは、被処理基板上から直接的に除去される。この場合には、当然被処理基板を研磨パッドから離間させ、洗浄液を被処理基板表面に供給することとなる。また、研磨パッド側に洗浄液を供給する場合には、研磨パッド上の古いスラリを除去し、洗浄された研磨パッドに被処理基板を接触させることにより、被処理基板は間接的に洗浄されることとなる。この場合には、被処理基板を研磨パッドから離間させてもよく、接触させたままでもよい。メガソニック洗浄法等、超音波を併用した洗浄方法を用いれば、洗浄液

流のみによる洗浄効果に加え、超音波振動による洗浄効果が相乗され、均一でしかも研磨速度の低下のない化学的機械研磨が徹底される。

【0019】さらに本発明の化学的機械研磨装置は、洗浄手段を具備することにより、上述した化学的機械研磨方法を効率的に施すことを可能とした。すなわち、被処理基板を化学的機械研磨装置から脱着することなく、その場で洗浄をおこなうことにより、化学的機械研磨工程のスループットの低下は防止できる。

【0020】洗浄手段としては、被処理基板または研磨パッドに向けた洗浄液供給ノズルを別体に具備することにより、研磨のためのスラリー供給と洗浄液の供給とを交互に切り替えておこなうことが可能となる。この切り替えは手動で可能であるが、被処理基板やスラリーの種類に応じて、切り替えプログラムや超音波印加プログラムを入力したマイクロコンピュータ等の制御手段を用いれば、化学的機械研磨工程の均一化や省力化に寄与する。

【0021】洗浄液供給ノズルには、流出する洗浄液を励振する超音波印加手段を配設しておけば、洗浄効果は徹底される。

【0022】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例につき添付図面を参照しながら説明する。

【0023】実施例1

まず実際の研磨プロセスの説明に入る前に、本発明の化学的機械研磨装置の一構成例につき、図2(a)～

(b)を参照して説明する。

【0024】図2(a)は本発明の化学的機械研磨装置の一構成例を示す概略断面図である。基本的な装置構成は図4に示した従来の化学的機械研磨装置と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。本発明の化学的機械研磨装置の特徴部分は、研磨パッド表面に向けて洗浄液を供給する洗浄液供給ノズル19である。洗浄液供給ノズル19には、洗浄液供給系18から純水等の洗浄液が供給される。この洗浄液供給系18は、図示しない洗浄液槽やポンプ、流量制御装置等から構成されるものである。さらにこの洗浄液供給系18は、スラリー供給系15と共に制御手段21により集中制御されており、被処理基板に最適な化学的機械研磨条件により、流量や時間を含めて制御可能である。この化学的機械研磨装置構成により、被処理基板11をキャリア12から脱着することなく、化学的機械研磨工程と、洗浄工程を交互に施すことが可能である。なお図2(a)においては、スラリー供給ノズル16と洗浄液供給ノズル19は別体に設けられているが、一体に形成してもよい。

【0025】図2(b)は洗浄液供給ノズル19部分の他の例を拡大して示す概略断面図であり、圧電振動子等による超音波印加手段20がノズル部分に配設されている。超音波印加手段20は図示しない超音波発振器に接続されており、この超音波発振器も制御手段21により

その出力や周波数を含めて制御可能である。この洗浄液供給ノズル19を用いることにより、超音波振動を伴いつつ洗浄液を研磨パッド14に供給可能である。

【0026】実施例2

次に本実施例の化学的機械研磨方法につき説明する。化学的機械研磨方法に関する以下の実施例は、すべてA1系金属配線上に形成した層間絶縁膜の平坦化に本発明を適用した例であり、これを図1(a)～(b)を参照して説明する。なお、従来の化学的機械研磨方法の説明に供した図4(a)～(d)と同様の機能を有する部分には同一の参照符号を付すものとする。本実施例は、スラリー供給を中断して研磨パッドに洗浄液を供給するサイクルを複数回繰り返した例である。

【0027】まず図1(a)に示すように、Si等の半導体基板(図示せず)上にSiO₂等の第1の層間絶縁膜1およびA1系金属等からなる配線層2を形成する。配線層2はパターン密度や配線幅に分布が見られる。配線層2の密な部分のラインアンドスペースは一例として0.35μm、疎な部分のそれは2.0μmである。配線層の高さはいずれも0.5μmである。次にCVD等により、酸化シリコン系材料層からなる第2の層間絶縁膜3を厚く、例えば平坦部分で0.8μmの厚さに形成する。ここまで形成したサンプルを被処理基板とする。

【0028】つぎに図2(a)に示す化学的機械研磨装置を用い、上述の被処理基板11をキャリア12に真空チャッキング等で保持し、一例として下記条件で第2の層間絶縁膜3の化学的機械研磨を行った。なおスラリーとしてはシリカ微粒子をKOH/アルコール/水系の溶媒に懸濁した一般的なものを用いた。

プラテン回転数	50	r p m
キャリア回転数	17	r p m
研磨圧力	8	p s i
パッド温度	30～40	℃
スラリー流量	225	m l /分

この条件で2分間化学的機械研磨後、スラリーの供給を停止し、下記条件により洗浄液供給ノズル19から研磨パッド14に向けて純水を供給し、30秒間洗浄した。

洗浄液流量	500	m l /分(純水)
-------	-----	------------

この研磨・洗浄のサイクルを繰り返し、第2の層間絶縁膜3が平坦化され所望の厚さになるまで継続した。

【0029】本実施例によれば、スラリーの供給を一時中断し、研磨パッド14に洗浄液を供給して間接的に被処理基板11表面を洗浄する工程を挿入することにより、被処理基板11のパターン依存性なく、また化学的機械研磨の進行にともなう研磨速度の低下もなく、図1

(b)に示すように第2の層間絶縁膜3の良好な平坦化が達成された。化学的機械研磨工程全体の所要時間は、洗浄工程を挿入しない従来の方法に比較して若干長いものの、均一な平坦化効果はスループットの若干の低下を十分に補うものであった。この第2の層間絶縁膜3の平

平坦度は、段差の絶対値で比較すると、従来の方法によるものの約1/2に低減された。なお本実施例では洗浄液の供給を複数回繰り返したが、研磨工程中に1回のみ洗浄液を供給する場合であっても、従来例に比較して均一な平坦化効果が確認された。

【0030】実施例3

本実施例は、スラリー供給は継続しながら、研磨パッドに洗浄液を間欠的に供給するサイクルを複数回繰り返した例である。

【0031】本実施例の化学的機械研磨条件は実施例1の条件に準拠したものであるが、洗浄工程のみ異なる。すなわち、化学的機械研磨を2分間施した後、スラリーの供給は継続したまま、さらに洗浄液供給ノズル19より純水を30秒間供給する。純水の供給量は実施例1と同じ500ml/分である。このサイクルを繰り返し、第2の層間絶縁膜3が平坦化され所望の厚さになるまで継続した。

【0032】本実施例によれば、スラリーの供給を中断することなく、研磨パッド14に洗浄液を供給して間接的に被処理基板11表面を洗浄する工程を挿入することにより、被処理基板11のパターン依存性なく、また化学的機械研磨の進行にともなう研磨速度の低下もなく、第2の層間絶縁膜3の良好な平坦化が達成された。化学的機械研磨工程全体の所要時間は、洗浄工程を挿入しない従来の方法に比較してほぼ同じであり、スループットの低下は見られなかった。

【0033】実施例4

本実施例は、図2(b)に示した洗浄液供給ノズル19を用い、洗浄液に超音波を印加しながら研磨パッド14に洗浄液を供給した例である。本実施例の化学的機械研磨条件および洗浄条件は実施例1の条件に準拠したものであるが、洗浄工程において洗浄液供給ノズル19に配設された超音波印加手段を励振した点、および1回の洗浄時間を15秒間に半減した点の2点のみ異なる。すなわち、超音波印加手段20に、超音波発振器より一例として200Wの電力を供給して洗浄液を励振し、被処理基板に向けて供給した。

【0034】本実施例によれば、スラリーの供給を一時中断して、研磨パッド14に超音波励振された洗浄液を供給して間接的に被処理基板11表面を高効率で洗浄する工程を挿入することにより、被処理基板11のパターン依存性なく、また化学的機械研磨の進行にともなう研磨速度の低下もなく、第2の層間絶縁膜3の良好な平坦化が達成された。化学的機械研磨工程全体の所要時間は、洗浄工程を挿入しない従来の方法に比較して短縮され、スループットの向上にも寄与した。

【0035】実施例5

本実施例より以後は、被処理基板に向けて洗浄液を供給し、直接被処理基板を洗浄する工程を挿入した化学的機械研磨を説明する実施例である。まず実際の研磨プロセ

スの説明に入る前に、本発明の化学的機械研磨装置の他の構成例につき、図3(a)～(b)を参照して説明する。

【0036】図3(a)は本発明の化学的機械研磨装置の他の構成例を示す概略断面図である。基本的な構成は図4に示した従来の化学的機械研磨装置と同様であるので、重複する部分の説明は省略する。本発明の化学的機械研磨装置の特徴部分は、被処理基板11の表面に向けて下方より洗浄液を供給する洗浄液供給ノズル19である。この洗浄液供給ノズル19は、キャリア12の上下動に同期して出退自在に構成されている。すなわち、キャリア12を下降して被処理基板11を研磨パッド14に接触させる化学的機械研磨工程中には、洗浄液供給ノズル19は図示しない回動または伸縮等の手段によりキャリア12下方より退避する。一方、被処理基板11の洗浄工程に入る場合には、キャリア12を上昇するとともに、洗浄液供給ノズル19はキャリア12の下方あるいは下方の近傍に接近し、被処理基板11に向け、洗浄液供給系18から純水等の洗浄液を下方より供給する。この洗浄液供給系18は、図示しない洗浄液槽やポンプ、流量制御装置等から構成されるものである。さらにこの洗浄液供給系18は、スラリー供給系15と共に制御手段21により集中制御されており、被処理基板に最適な化学的機械研磨条件により、流量や時間を含めて制御可能である。この化学的機械研磨装置構成により、被処理基板11をキャリア12から脱着することなく、化学的機械研磨工程と、洗浄工程を交互に施すことが可能である。

【0037】図3(b)は洗浄液供給ノズル19部分の他の例を拡大して示す概略断面図であり、圧電振動子等による超音波印加手段20がノズル部分に配設されている。超音波印加手段20は図示しない超音波発振器に接続されており、この超音波発振器も制御手段21によりその出力や周波数を含めて制御可能である。この洗浄液供給ノズル19を用いることにより、超音波振動を伴いつつ洗浄液を被処理基板11下面に向け供給可能である。

【0038】実施例6

次に本実施例の化学的機械研磨方法につき説明する。化学的機械研磨方法に関する以下の実施例は、実施例2と同じくすべてA1系金属配線上に形成した層間絶縁膜の平坦化に本発明を適用した例であり、これを再び図1(a)～(b)を参照して説明する。本実施例は、スラリー供給を中断して被処理基板に洗浄液を供給するサイクルを複数回繰り返した例である。

【0039】図1(a)に示す被処理基板は、先の実施例2で説明した被処理基板と同じであるので重複する説明を省略する。つぎに図3(a)に示す化学的機械研磨装置を用い、上述の被処理基板11をキャリア12に真空チャッキング等で保持し、一例として下記条件で第2

の層間絶縁膜 3 の化学的機械研磨を行った。なおスラリーとしてはシリカ微粒子を KOH/アルコール/水系の溶媒に懸濁した一般的なものを用了。

プラテン回転数 50 r p m

キャリア回転数 17 r p m

研磨圧力 8 p s i

パッド温度 30~40 °C

スラリー流量 225 m l / 分

この条件で 2 分間化学的機械研磨後、スラリーの供給を停止するとともにキャリア 12 を上昇し、洗浄液供給ノズル 19 から被処理基板 11 下面に向けて一例として下記条件により純水を噴出し、15 秒間洗浄した。

洗浄液流量 500 m l / 分 (純水)

この後キャリア 12 を再び下降し、研磨パッド 14 に所定圧力で接触させ、同条件で化学的機械研磨を再開した。この研磨・洗浄のサイクルを繰り返し、第 2 の層間絶縁膜 3 が平坦化され所望の厚さになるまで継続した。

【0040】本実施例によれば、スラリーの供給を中断し、被処理基板 11 に洗浄液を供給して被処理基板 11 表面を洗浄する工程を挿入することにより、被処理基板のパターン依存性なく、また化学的機械研磨の進行にともなう研磨速度の低下もなく、図 1 (b) に示すように第 2 の層間絶縁膜 3 の良好な平坦化が達成された。化学的機械研磨工程全体の所要時間は、洗浄工程を挿入しない従来の方法に比較してほぼ同等であった。なお本実施例では洗浄液の供給を複数回繰り返したが、研磨工程中に 1 回のみ洗浄液を供給する場合であっても、従来例に比較して均一な平坦化効果が確認された。

【0041】実施例 7

本実施例は、図 3 (b) に示した洗浄液供給ノズル 19 を用い、洗浄液に超音波を印加しながら被処理基板に洗浄液を供給した例である。本実施例の化学的機械研磨条件および洗浄条件は実施例 6 の条件に準拠したものであるが、洗浄工程において洗浄液供給ノズル 19 に配設された超音波印加手段 20 を励振した点、および 1 回の洗浄時間を 10 秒間に短縮した点の 2 点のみ異なる。すなわち、超音波印加手段 20 に、超音波発振器より一例として 200 W の電力を供給して洗浄液を励振し、被処理基板 11 に向けて供給した。

【0042】本実施例によれば、スラリーの供給を中断して、被処理基板 11 下面に超音波励振された洗浄液を供給して被処理基板表面を高効率で洗浄する工程を挿入することにより、被処理基板のパターン依存性なく、また化学的機械研磨の進行にともなう研磨速度の低下もなく、第 2 の層間絶縁膜 3 の良好な平坦化が達成された。化学的機械研磨工程全体の所要時間は、洗浄工程を挿入しない従来の方法に比較して短縮され、スループットの向上にも寄与した。

【0043】以上、本発明を 7 例の実施例をもって説明したが、本発明はこれら実施例に何ら限定されるもので

はない。

【0044】被処理基板として酸化シリコン系材料層からなる層間絶縁膜の平坦化を例示したが、酸化シリコン系材料層としては SiO_2 の他に PSG、BSG、BP SG、As SG 等のシリケートガラスであってもよい。また SiON 、 Si_3N_4 等の絶縁膜の平坦化であってもよい。また素子間分離や DRAM のキャパシタセルを構成するトレンチへの絶縁材料や誘電材料の埋め込み平坦化に応用してもよい。さらに W 等の高融点金属層 CVD 形成後や、Al 系金属層形成後の平坦化に用いてもよい。本発明の化学的機械研磨装置は、化学反応を伴わない半導体基板等のミラーポリッシュに用いることも可能である。また半導体装置以外の各種電子装置の表面平坦化に適用可能である。

【0045】スラリーとしてシリカ微粒子と KOH/エタノール/水系溶媒の組み合わせを例示したが、 Al_2O_3 等他の研磨微粒子や、他の系統の溶媒を被処理基板に合わせて選択してよい。例えば、W 層の平坦化には $\text{H}_2\text{O}_2/\text{KOH}$ 系の溶媒が好適であるし、Al 系金属層の平坦化には $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ 系の溶媒を用いればよい。

【0046】超音波として正弦波の他に、矩形波、鋸歯状波あるいはこれらの複合波であってもよい。印加周波数は基本的には数十 kHz ~ 数百 kHz の超音波を採用するが、目的に応じて 20 kHz 以下の可聴帯域や、MHz オーダのメガソニック帯域であってもよい。また複数の周波数を重畳してもよく、ホワイトノイズやピンクノイズによる励振も可能である。

【0047】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば化学的機械研磨工程中に、被処理基板表面の洗浄工程を少なくとも一回挿入することにより、均一でしかも研磨速度の低下のない化学的機械研磨方法が可能となる。

【0048】特に、被処理基板表面の平坦化すべきパターンの疎密や面積の大小による研磨速度の不均一が解消され、良好な均一平坦面を得ることが可能となる。

【0049】上記均一でスループットの高い化学的機械研磨方法は、研磨パッドあるいは被処理基板に向けた洗浄液供給ノズルを従来の化学的機械研磨装置に付加した化学的機械研磨装置を採用することにより達成でき、スラリー等の組成は従来のままでもよいので、比較的簡単に効果を享受することが可能である。

【0050】以上の効果により、多層配線構造の採用により高段差が発生した半導体装置の表面平坦化プロセスの均一化の向上が、スループットの低下を殆ど伴うことなく、あるいはむしろスループットの向上を伴いつつ達成されることとなり、本発明が高集積化された半導体装置等の製造プロセスに寄与する効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

11

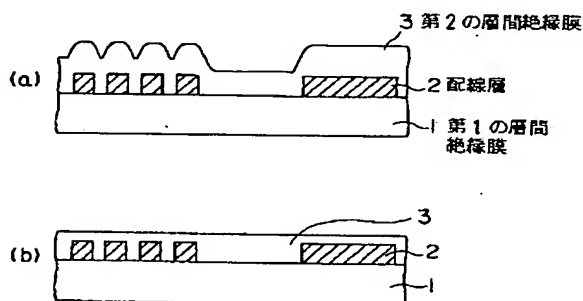
【図 1】本発明の化学的機械研磨方法を説明する概略断面図であり、(a)は複数の配線層上に形成した層間絶縁膜に段差が発生した状態、(b)は層間絶縁膜を化学的機械研磨により平坦化した状態である。

【図 2】本発明の化学的機械研磨装置の一構成例を示す図であり、(a)は化学的機械研磨装置を示す概略断面図、(b)は洗浄液供給ノズルの変形例を拡大して示す概略断面図である。

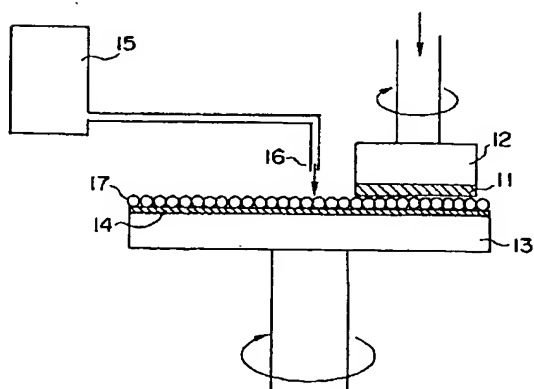
【図 3】本発明の化学的機械研磨装置の他の構成例を示す図であり、(a)は化学的機械研磨装置を示す概略断面図、(b)は洗浄液供給ノズルの変形例を拡大して示す概略断面図である。

【図 4】従来の化学的機械研磨方法を説明する概略断面図であり、(a)は複数の配線層上に形成した層間絶縁膜に段差が発生した状態、(b)は層間絶縁膜の段差凹部にレジストパターンを形成した状態、(c)はレジストパターンをマスクに層間絶縁膜の段差凸部をエッチング除去した状態、(d)は層間絶縁膜を化学的機械研磨により平坦化した状態である。

【図 1】



【図 5】



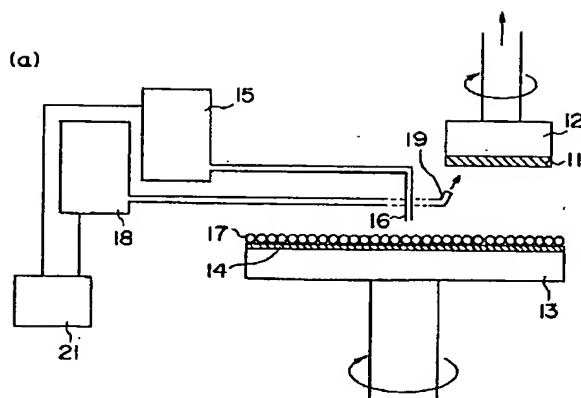
12

【図 5】従来の化学的機械研磨装置を示す概略断面図である。

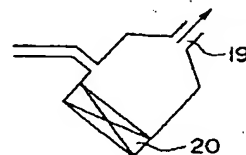
【符号の説明】

- | | |
|-----|------------|
| 1 | 第 1 の層間絶縁膜 |
| 2 | 配線層 |
| 3 | 第 2 の層間絶縁膜 |
| 4 | レジストパターン |
| 1 1 | 被処理基板 |
| 1 2 | キャリア |
| 1 3 | プラテン |
| 1 4 | 研磨パッド |
| 1 5 | スラリー供給系 |
| 1 6 | スラリー供給ノズル |
| 1 7 | スラリー |
| 1 8 | 洗浄液供給系 |
| 1 9 | 洗浄液供給ノズル |
| 2 0 | 超音波印加手段 |
| 2 1 | 制御手段 |

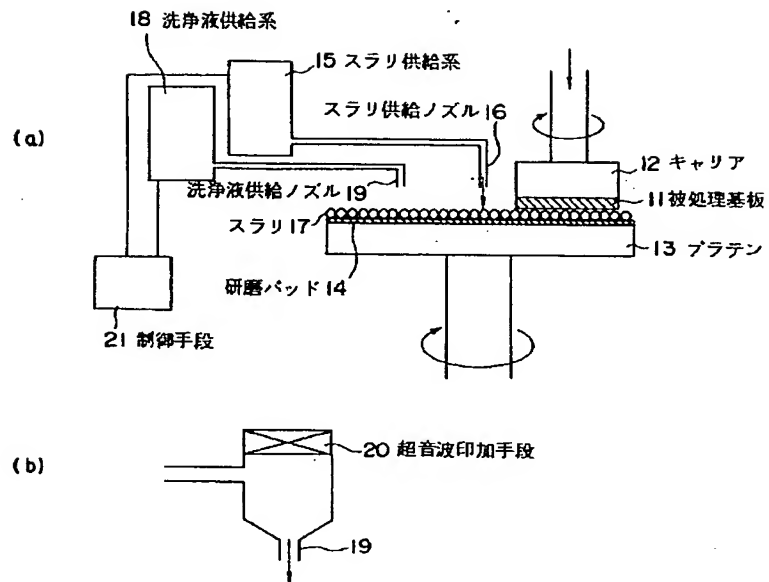
【図 3】



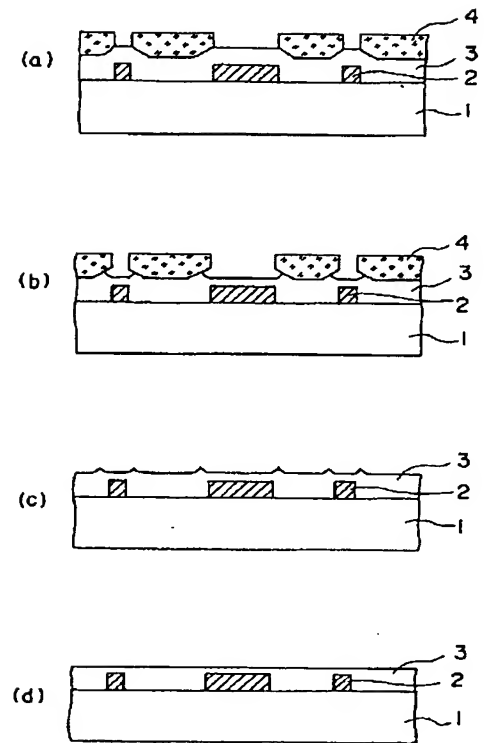
(b)



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

B 2 4 B 37/00

H 0 1 L 21/306

識別記号

庁内整理番号

F 1

B 2 4 B 37/00

H 0 1 L 21/306

技術表示箇所

F

M